

ANATOMIA DE LA LAMINA FOLIAR DEL GENERO *TRisetum*
(GRAMINEAE: POOIDEAE) EN MEXICO¹

ISMAEL HERNANDEZ TORRES

CEFAP-MORELIA, CIPAC, INIFAP, SARH, SAGDR
Tte. I. Alemán 294, Col. Chapultepec Sur
Morelia, Michoacán, México

Y

E. MARK ENGLEMAN

Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados
56230 Chapingo, Edo. de México, México

RESUMEN

Se describe la anatomía foliar en sección transversal y de la epidermis abaxial para 12 especies de *Trisetum* Pers. presentes en México. En nueve de ellas se observaron células del mesófilo alargadas con paredes onduladas. En la zona costal de la epidermis de todas las especies, excepto *T. filifolium*, las células cortas (de sílice y de corcho) frecuentemente se presentan en hileras, y en la zona intercostal éstas se observaron solamente en cuatro especies, ya sea en pares o solitarias. En la zona costal se encontraron cuerpos de sílice alargados, solitarios y de contorno ondulado.

ABSTRACT

Leaf anatomy in transverse section and abaxial epidermis for twelve species of *Trisetum* Pers. present in Mexico is described. Elongate mesophyll cells with undulated walls were observed in nine species. The epidermis costal zone of all species, except *T. filifolium*, showed short silica and cork cells frequently arranged in rows. Those short cells appeared solitary or in pairs in the intercostal zone of only four species. Solitary, elongate silica bodies undulated in outline were found in costal zone of all species.

INTRODUCCION

Las características anatómicas de la lámina foliar son de gran utilidad en la sistemática de gramíneas y, aunque mejor conocidas por su contribución a la clasificación a nivel de subfamilia, han sido utilizadas con éxito para separar y apoyar el reconocimiento y la delimitación de especies en los géneros *Festuca* L. (Matthei, 1982) y *Stipa* L. (Arriaga, 1983).

¹ Basado en la Tesis de Maestría del primer autor.

En cuanto a *Trisetum*, Metcalfe (1960) describió la anatomía de *T. flavescens* (L.) Beauv., y Clifford y Watson (1977) ilustraron la epidermis en *T. spicatum*. La revisión de la anatomía de la lámina ha aportado criterios para separar o bien para unir especies de *Trisetum* presentes en México (Hernández y Koch, 1988 a, b). Debido a la utilidad de estas características en la sistemática de gramíneas (Ellis, 1976, 1979; Gould y Shaw, 1983), el presente estudio se emprendió para completar la revisión de *Trisetum* en México.

METODOLOGIA

Se examinaron las 12 especies de *Trisetum* conocidas para México (Cuadro 1), incluyendo *T. altijugum* y *T. kochianum*, que anteriormente se habían considerado dentro del género *Peyritschia* Fourn. (Hernández y Koch, 1988 a). El presente trabajo se basó en el estudio de 177 ejemplares procedentes de 28 colectas de campo y material de los herbarios CHAPA y MEXU.

Cuadro 1. Lista de las especies de *Trisetum* examinadas.

Especie	Número de figura			Núm. de ejemplares examinados
	Secc. transv.	Epidermis	Mesófilo	
<i>T. altijugum</i> (Fourn.) Scribn.	1A	5A	4A	12
<i>T. curvisetum</i> Morden & Valdés	1B	5B	4B	6
<i>T. deyeuxioides</i> (H.B.K.) Kunth	1C	5C	4C	19
<i>T. filifolium</i> Scribn. ex Beal	1D	5D		7
<i>T. interruptum</i> Buckl. var. <i>californicum</i> (Vasey) Louis-Marie	1E	5E		11
<i>T. irazuense</i> (Kuntze) Hitchc.	1F	5F		12
<i>T. kochianum</i> I. Hernández T.	2A	6A		11
<i>T. mexicanum</i> (Swallen) S.D. Koch	2B	6B		5
<i>T. pringlei</i> (Scribn.) Hitchc.	2C	6C		12
<i>T. spicatum</i> (L.) K. Richt.	3	6D		47
<i>T. viride</i> (H.B.K.) Kunth	2D	6E		24
<i>T. virletii</i> Fourn.	2E	6F		11

Para las observaciones de la anatomía de la lámina en sección transversal, se cortó un segmento de la parte media de la segunda hoja del culmo floral y se le rehidrató, hirviéndolo en agua con detergente comercial durante cinco minutos. Se realizaron cortes a mano con navaja de afeitar y las secciones se observaron sin tinción.

La epidermis abaxial y las células disociadas del mesófilo se obtuvieron mediante raspado directo.

La profundidad relativa del surco se determinó mediante mediciones realizadas en la sección transversal, dividiendo la profundidad del surco (promedio de cinco surcos centrales) entre el grosor de la lámina (promedio de cinco costillas centrales).

Las observaciones anatómicas fueron realizadas con un microscopio compuesto, a 100X y 400X. Los dibujos se elaboraron con una cámara lúcida con lente de graduación.

RESULTADOS

Las características más contrastantes entre las especies se presentan en los Cuadros 2 y 3. La anatomía de cada especie se ilustra en las Figuras 1 a 6.

A continuación se mencionan algunas características comunes para las especies y sus excepciones.

En la sección transversal:

Las células buliformes son de tamaño regular en todas las especies, excepto en *T. mexicanum* (Fig. 2B), donde ocupan hasta la mitad del grosor de la lámina.

Las fibras del esclerénquima son subepidérmicas en las superficies abaxial y adaxial. A menudo las fibras de la vaina del haz vascular se extienden formando una traba (Ellis, 1976); se pueden presentar: a) en forma de "I", sin extensiones laterales (Fig. 1C) en uno o ambos lados del haz, o b) en forma de "T", con extensiones laterales (Figs. 2C y 2D) comunmente presentes en el lado adaxial del haz, o bien, en el lado abaxial pueden formar una banda subepidérmica por fusión de las extensiones (Figs. 1D y 3A).

Trisetum filifolium (Cuadro 2; Fig. 1D) cuenta con células incoloras en la traba adaxial del haz vascular.

En *T. spicatum* (Cuadro 2; Fig. 3) se observó gran variación en la distribución del esclerénquima subepidérmico y la profundidad relativa de los surcos muestra la mayor diferencia (0.3) entre el límite mínimo y el máximo.

Las fibras marginales son pocas en todas las especies.

El mesófilo se compone de células redondeadas con la pared lisa y/o células alargadas con la pared ondulada. En *T. deyeuxioides* (Cuadro 2; Fig. 4C), las células del mesófilo son en su mayoría alargadas y de pared ondulada, excepto algunas pocas que son redondeadas y de pared lisa.

Los haces vasculares principales siempre tienen vainas dobles, como es característico de la subfamilia Pooideae (Gould y Shaw, 1983). Todos los haces vasculares son opuestos a las costillas.

En la epidermis abaxial:

En la zona costal las células cortas de sílice y de corcho siempre están presentes en hileras de 8 a 14, excepto *T. filifolium* (Fig. 5D), donde sólo se encuentran en pares; en algunas especies existen además células cortas solitarias o pareadas. En *T. spicatum* (Cuadro 3; Fig. 6D) su distribución es muy variable.

En la zona intercostal las células cortas pueden faltar o ser escasas, pero de existir son solitarias o dispuestas en pares, nunca en hileras. Son casi isodiamétricas (12 μm) y mucho más pequeñas que las células largas.

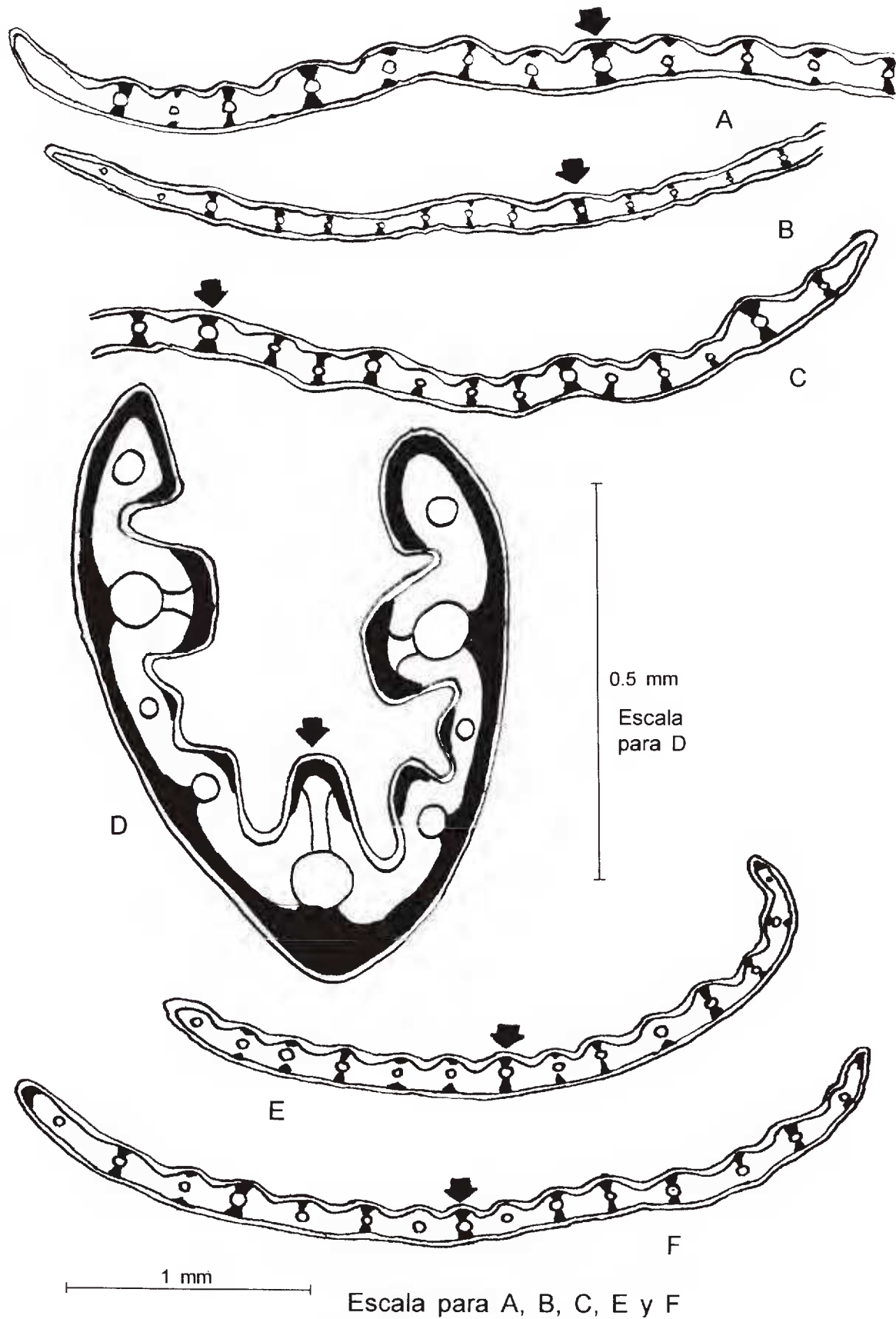


Fig. 1. Secciones transversales de la lámina en seis especies de *Trisetum*: A. *T. altijugum*, Hernández T. 118 (CHAPA); B. *T. curvisetum*, Hernández T. 75 (CHAPA); C. *T. deyeuxioides*, Beetle M-4758 (CHAPA); D. *T. filifolium*, Hitchcock 7682 (MEXU); E. *T. interruptum*, Ndegwa 14 (CHAPA); F. *T. irazuense*, Vega 521 (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

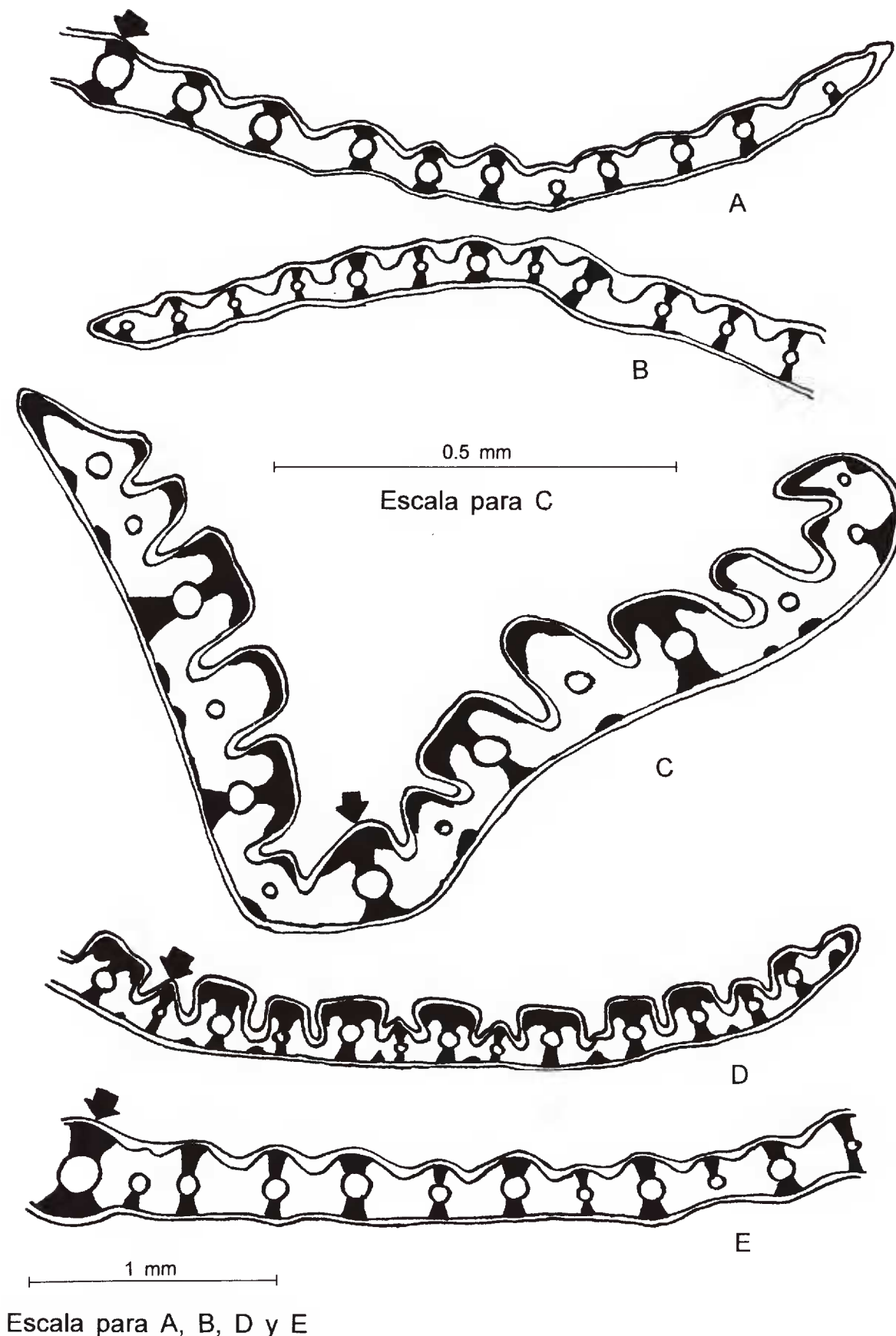


Fig. 2. Secciones transversales de la lámina en cinco especies de *Trisetum*: A. *T. kochianum*, Hernández T. 99 (CHAPA); B. *T. mexicanum*, Rzedowski 30353 (CHAPA); C. *T. pringlei*, Pohl 10113 (MEXU); D. *T. viride*, Reeder & Reeder 2517 (MEXU); E. *T. virletii*, Hernández T. 125 (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

Se observó asimismo otro tipo de células con cuerpos de sílice, que están siempre solitarias en la zona costal, tienen los lados ondulados y son notablemente más largas que las otras, midiendo de 25 a 65 µm de longitud.

Los estomas pueden estar presentes o ausentes en la zona intercostal dentro de una misma especie.

Cuadro 2. Características de la anatomía foliar en especies de *Trisetum* en la sección transversal.

CARACTERISTICA	<i>T. altijugum</i>	<i>T. curvisetum</i>	<i>T. deyeuxioides</i>	<i>T. filifolium</i>	<i>T. interruptum</i>	<i>T. irazuense</i>	<i>T. kochianum</i>	<i>T. mexicanum</i>	<i>T. pringlei</i>	<i>T. spicatum</i>	<i>T. viride</i>	<i>T. virletii</i>
Contorno plano	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	P	P
Profundidad relativa de surcos:												
mínima	.1	0	.1	.6	.2	.15	.3	0	.2	.2	.55	.25
máxima	.35	.1	.35	.7	.4	.3	.45	.2	.45	.5	.68	.45
Haces de fibras sin extensión lateral	P	P	P	A	P	P	A	A	P	P	A	A
Haces de fibras con extensión adaxial	A	A	A	P	A	A	A	A	P	P	A	A
Trabas de fibras sin extensión lateral	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	A	P
Trabas de fibras extendidas ("T") en lado adaxial	A	A	A	A	A	A	A	A	P	P	P	A
Fibras en una banda abaxial más o menos continua	A	A	A	P	A	A	A	A	A	P	A	A
Mesófilo de células alargadas con paredes onduladas	A	P	P	P	P	A	P	P	P	A	P	P

P = presentes; A = ausentes.

Cuadro 3. Características de la anatomía foliar en especies de *Trisetum* en la epidermis abaxial.

CARACTERISTICA	<i>T. altijugum</i>	<i>T. curvisetum</i>	<i>T. deyeuxioides</i>	<i>T. filifolium</i>	<i>T. interruptum</i>	<i>T. irazuense</i>	<i>T. kochianum</i>	<i>T. mexicanum</i>	<i>T. pringlei</i>	<i>T. spicatum</i>	<i>T. viride</i>	<i>T. virletii</i>
Células cortas solitarias en:												
zona intercostal	A	A	A	A	A	A	A	A	P	A	P	P
zona costal	A	P	A	A	A	P	A	A	A	P	A	A
Células cortas en pares en:												
zona intercostal	A	A	A	P	A	A	A	A	P	A	P	P
zona costal	P	P	A	P	P	A	A	A	P	A	A	A
Células cortas en hileras largas en la zona costal	P	P	P	A	P	P	P	P	P	P	P	P
Macropelos												
zona intercostal	APF	A	APF	F	APF	APF	PF	APF	APF	F	APF	F
zona costal	APF	F	F	PF	F	APF	PF	F	A	F	F	F

P = presentes; A = ausentes; APF = ausentes o muy poco frecuentes; PF = poco frecuentes; F = frecuentes

DISCUSION

Las características observadas en la anatomía de la lámina han sido de mucha importancia para unir a *T. rosei* Scribn. & Merr. con *T. spicatum*; a *T. evolutum* (Fourn.) Hitchc. con *T. deyeuxioides*; y a *T. palmeri* Hitchc. con *T. viride* (Hernández y Koch, 1988b).

La distribución, arreglo y cantidad del esclerénquima asociado a los haces vasculares es una característica de diagnóstico de gran utilidad (Ellis, 1976; Metcalfe, 1960), tal y como se observa en la mayoría de las especies de *Trisetum* estudiadas (Cuadro 2; Fig. 1 y 2). Sin embargo, la distribución del esclerénquima también puede estar correlacionada con factores ecológicos, es decir, que se puede encontrar una marcada variación dentro de una especie en diferentes localidades o condiciones climáticas (Ellis, 1976). Esto concuerda

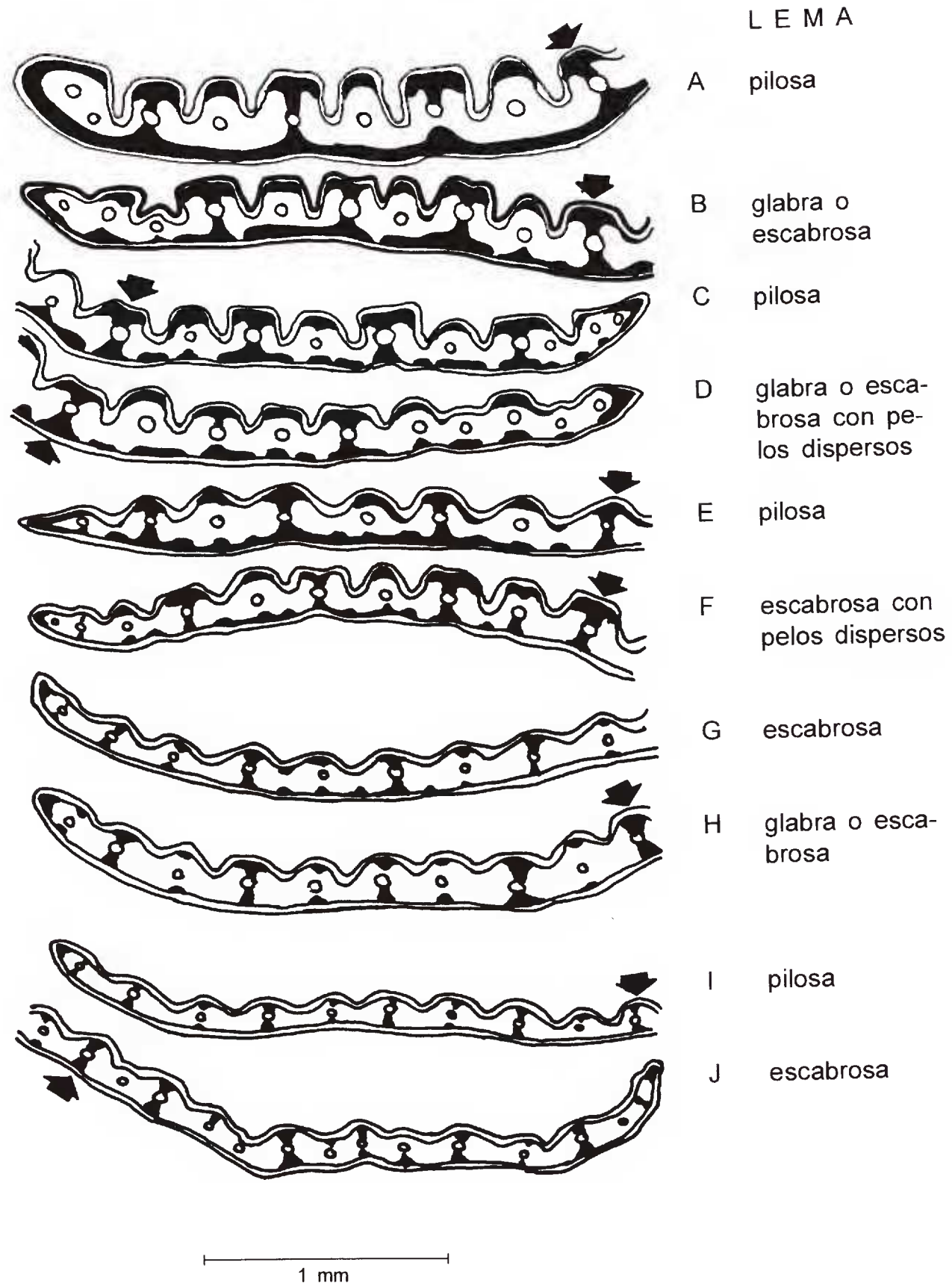


Fig. 3. Variación de la sección transversal de la lámina en *T. spicatum*: A. Hernández T. 84 (CHAPA); B. Beaman 2267 (MEXU); C. Beaman 1993 (MEXU); D. Hernández T. 116 (CHAPA); E. Hernández T. 84 (CHAPA); F. Hernández T. 119 (CHAPA); G. Hernández T. 115 (CHAPA); H. Hernández T. 104 (CHAPA); I. Hernández T. 128 (CHAPA). Se omiten los macropelos en ambas superficies. Negro = esclerénquima; línea doble = epidermis; círculos = haces vasculares; blanco = mesófilo; la flecha indica el haz vascular central.

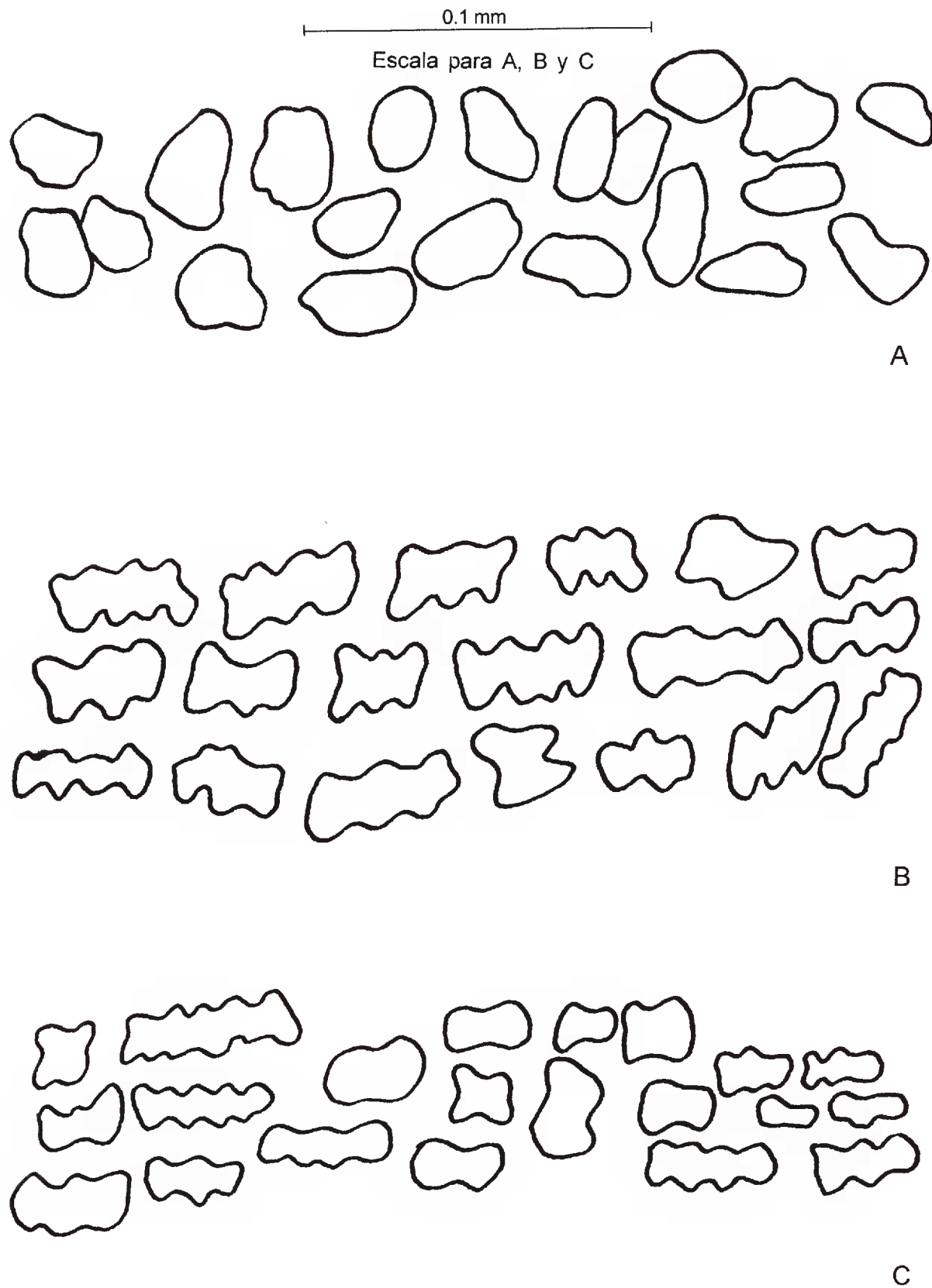


Fig. 4. Células del mesófilo en tres especies de *Trisetum*: A. Células redondeadas en *T. altijugum*, Hernández T. 118 (CHAPA); B. Células alargadas de pared ondulada en *T. curvisetum*, Hernández T. 75 (CHAPA); C. Células alargadas y redondeadas de pared ondulada en *T. deyeuxioides*, Beetle M-4758 (CHAPA).

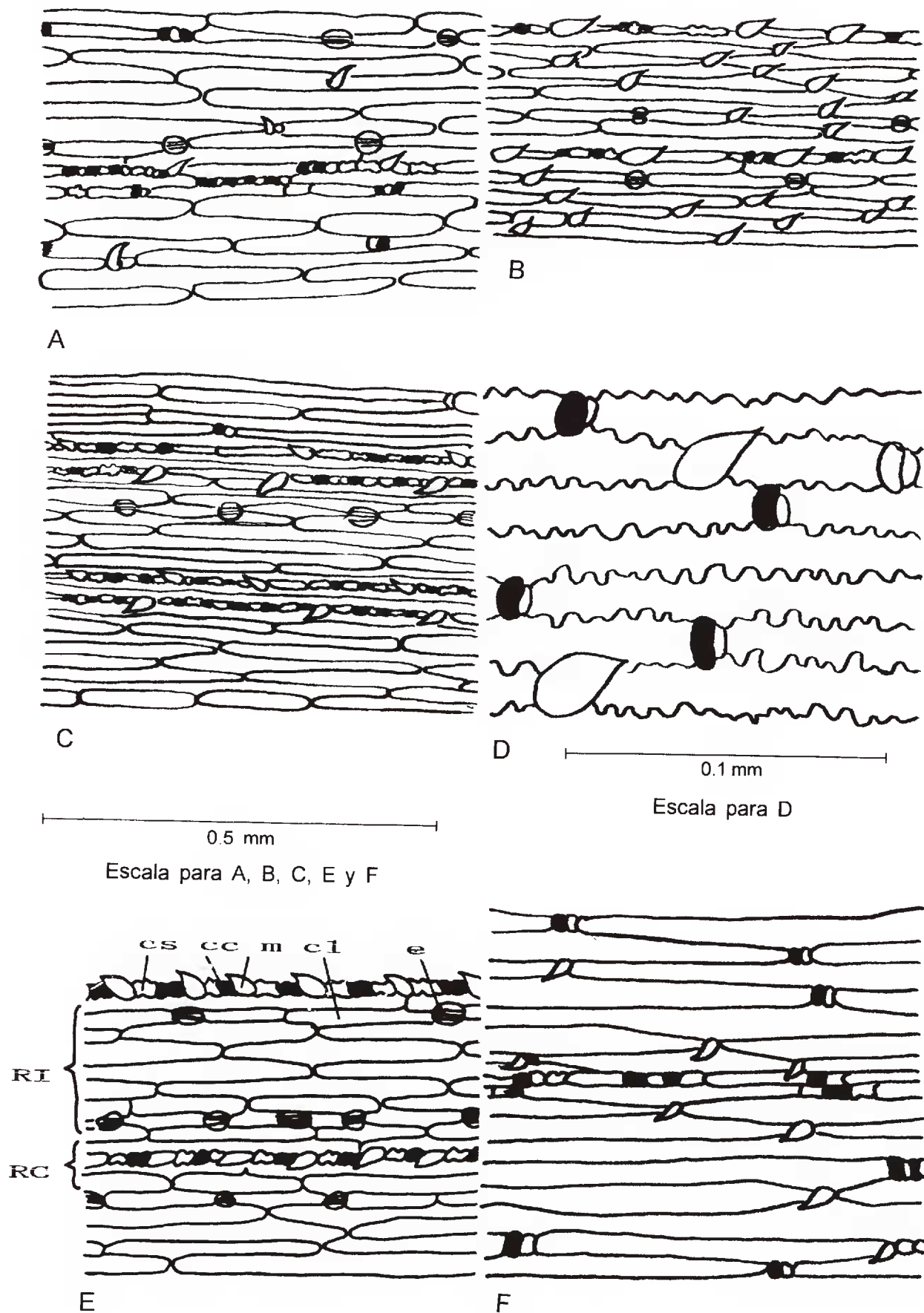


Fig. 5. Vista superficial de la epidermis abaxial en seis especies de *Trisetum*: A. *T. altijugum*, Hernández T. 112b (CHAPA); B. *T. curvisetum*, Hernández T. 75 (CHAPA); C. *T. deyeuxioides*, Hernández T. 111 (CHAPA); D. *T. filifolium*, Correll & Gentry 23176 (MEXU); E. *T. interruptum*, Ndegwa 14 (CHAPA); F. *T. irazuense*, Hernández T. 107 (CHAPA). Clave para la figura 5 (E): cc = célula de corcho; cl = célula larga; cs = célula de sílice; e = estoma; m = macropelo; RC = zona costal; RI = zona intercostal.

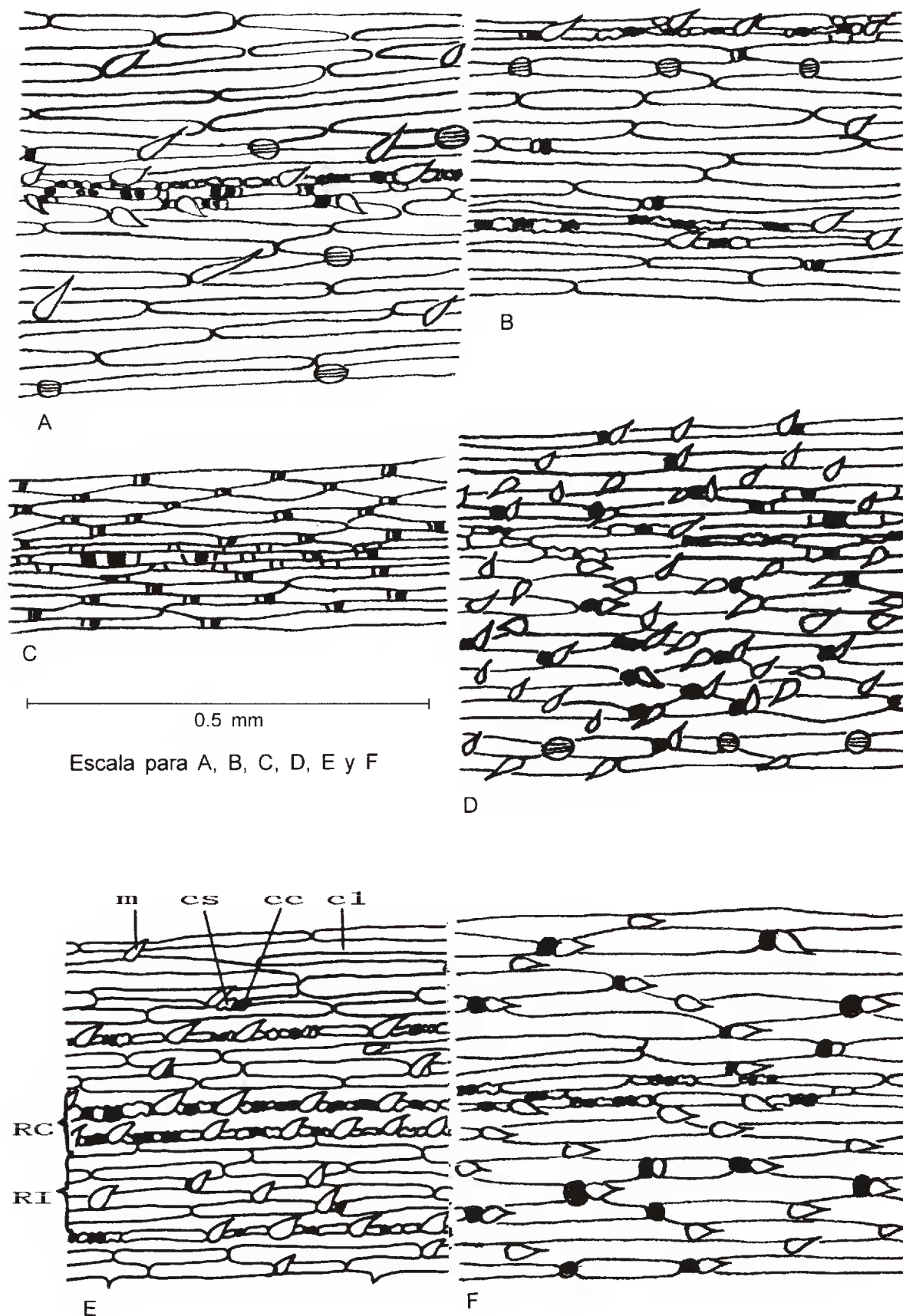


Fig. 6. Vista superficial de la epidermis abaxial en seis especies de *Trisetum*: A. *T. kochianum*, Hernández T. 106 (CHAPA); B. *T. mexicanum*, Rzedowski 30353 (CHAPA); C. *T. pringlei*, Pohl 10113 (MEXU); D. *T. spicatum*, Hernández T. 104 (CHAPA); E. *T. viride*, Pringle 4919 (MEXU); F. *T. virletii*, Hernández T. 125 (CHAPA). Clave para la figura 6 (A,E): cc = célula de corcho; cl = célula larga; cs = célula de sílice; e = estoma; m = macropelo; RC = zona costal; RI = zona intercostal.

con lo observado en *T. spicatum* (Cuadro 2; Fig. 3), donde se muestra una variada distribución en el arreglo y en la cantidad de esclerénquima asociado a los haces vasculares en ejemplares colectados en diferentes sitios y climas.

La profundidad relativa de los surcos que sólo había sido caracterizada cualitativamente por Metcalfe (1960) y Ellis (1976), ahora se define en forma cuantitativa para las especies de *Trisetum* (Cuadro 2).

Clifford y Watson (1977) observaron cuerpos de sílice de contorno ondulado, solitarios y horizontalmente alargados en la zona costal de la epidermis en *T. spicatum*, tal como se han observado en ésta y las demás especies de *Trisetum* en el presente estudio. Otros autores los han descrito en 20 o más géneros de la subfamilia Pooideae (Metcalfe, 1960; Clifford y Watson, 1977; Gould y Shaw, 1983). Según Clifford y Watson (1977) esta forma de cuerpos de sílice aparentemente está limitada a dicha subfamilia.

Las "células con brazos", conocidas en el mesófilo en las subfamilias Arundinoideae, Bambusoideae y Oryzoideae (Clifford y Watson, 1977; Gould y Shaw, 1983), tienen pliegues de pared entre protuberancias. Clifford y Watson (1977) comentan que esta característica puede estar más difundida de lo que actualmente se conoce. Las ondulaciones que se observaron en las células largas del mesófilo de algunas especies de *Trisetum* pueden considerarse como una expresión menos extrema de los pliegues reconocidos en las subfamilias Bambusoideae y Arundinoideae. Es notable que las ondulaciones aquí descritas pueden estar presentes o ausentes en especies de un mismo género.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo económico al primer autor y a los encargados de los herbarios MEXU y CHAPA por permitir el uso de sus materiales. El Dr. S. D. Koch ofreció valiosos comentarios para el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Arriaga, O. M. 1983. Anatomía foliar de las especies de *Stipa* del subgénero *Pappostipa* (Stipeae-Poaceae) de Argentina. *Revista Inst. Nac. Invest. Ci. Nat., Ci. Bot.* 6(4): 89-141.
- Clifford, H. T. y L. Watson. 1977. *Identifying grasses*. University of Queensland Press. St. Lucia, Australia. 146 pp.
- Ellis, R. P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12(1): 65-109.
- Ellis, R. P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12(4): 641-671.
- Gould, F. W. y R. B. Shaw. 1983. *Grass systematics*. Texas A&M Univ. Press., 2a. ed. College Station. 397 pp.
- Hernández T., I. y S. D. Koch. 1988a. Anatomía de la lámina foliar de *Trisetum*, *Deschampsia* y *Peyritschia* (Gramineae: Pooideae) y sus implicaciones taxonómicas. *Agrociencia* 71: 61-69.
- Hernández T., I. y S. D. Koch. 1988b. Revisión taxonómica del género *Trisetum* (Gramineae: Pooideae) en México. *Agrociencia* 71: 71-102.
- Matthei, J. O. 1982. El género *Festuca* (Poaceae) en Chile. *Gayana* 37: 1-64.
- Metcalfe, C. R. 1960. *Anatomy of Monocotyledons*. I. Gramineae. Oxford Univ. Press. Oxford. 731 pp.